

керувати ним з безпечної відстані. А в разі готових алгоритмів навіть не знадобиться пульт управління – досить ввімкнути дрона, натиснути кілька кнопок, і вибухівка, замаскована під вантаж, буде активована в потрібний час.

УДК: 004.356.2

*М. О. Куций, ст. гр. СІ-14*

*О. Е. Тесленко, асистент кафедри АВП*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## **ТЕХНОЛОГІЯ ДРУКУ 3D-ПРИНТЕРА**

Адитивні технології (3D-друк) — одна з форм технологій адитивного виробництва, де тривимірний об'єкт створюється шляхом накладання послідовних шарів матеріалу (друку, вирощування) за даними цифрової моделі. Друк здійснюється спеціальним пристроєм — 3D-принтером, який забезпечує створення фізичного об'єкта шляхом послідовного накладання пластичного матеріалу на основі віртуальної 3D-моделі. 3D-принтери, як правило, швидші, більш доступні і простіші у використанні, ніж інші технології адитивного виробництва. 3D-принтери пропонують розробникам продуктів можливість друку деталей і механізмів з декількох матеріалів та з різними механічними і фізичними властивостями за один процес складання.

3D друк часто називають «магічною» технологією, оскільки дозволяє перетворювати, отримані в САД-системах в готові вироби. У реальності процес 3D-друку вимагає також багато ручної праці, що включає попередню підготовку і подальшу обробку надрукованих деталей для досягнення їх бажаної якості.

З 2003 року спостерігається значне зростання у продажі 3D-принтерів. Крім того, вартість 3D-принтерів постійно зменшується. Технологія також знаходить застосування в сфері виробництва ювелірних виробів, взуття, промислового дизайну, архітектури, проектування та будівництва в атомній, автомобільній, аерокосмічній, стоматологічній та інших галузях.

На середину 2010-х років стала доступною велика кількість конкуруючих технологій, що дозволяють зробити 3D-модель. Їхні основні відмінності стосуються етапу побудови шарів при створенні деталі. Деякі технології використовують плавлення або розм'якшення матеріалу для виробництва шарів (SLS, FDM), інші — використовують рідкі матеріали, які твердіють за різними принципами.

Топ-технології швидкого прототипування:

### **1. Стереолітографія (Stereolithography — SL)**

Під дією керованого комп'ютером ультрафіолетового випромінювання відбувається затвердіння шару завтовшки в декілька сотих міліметра, при цьому платформа з майбутньою деталлю опускається вниз і знову покривається рідиною. Далі все повторюється й в результаті ультрафіолетовий промінь «малює» об'ємну фігуру.

Переваги технології: відносно точний процес, хороша деталізація деталей, гладка поверхня вихідної деталі. Недоліки: обмежений набір матеріалів, які фізично можуть використатися в процесі та неможливість створення кольорових моделей. Вартість установок сягає 40-60 тисяч доларів США.

### **2. Селективне лазерне спікання (Selective Laser Sintering — SLS)**

Використовується такими компаніями, як, наприклад, DTM корпорації і EOS. Суть технології полягає в пошаровому спіканні лазерним променем порошкового матеріалу. У робочій камері він попередньо підігрівається, трохи не доходячи до температури плавлення. Після розрівнювання порошку по поверхні зони обробки, лазером (як правило це вуглекислотний лазер) спікається потрібний контур, далі насипається новий шар,

розрівнюється, і процес повторюється. Готова модель витягується з камери, а надлишки порошку видаляються.

Переваги технології: широкий спектр недорогих і нетоксичних матеріалів (порошкові полімери, ливарний віск, нейлон, кераміка, металеві порошки), низькі деформації та напруги, можливість одночасно робити відразу кілька моделей в одній камері. Недоліки: менш точний процес, груба вихідна поверхня, неможливо створювати кольорові моделі.

Цей вид друку підходить для роботи з такими матеріалами, як:

- метал
- полімер
- глауконітовий пісок

Вартість таких установок становить близько 400 тис. доларів США.

### 3. Моделювання плавленням (Fused Deposition Modeling — FDM)

Основною частиною принтера, що з'явився на ринку в 1991 р., є екструдована голівка. У ній матеріал (ливарний віск або пластик, що надходять з катушок) нагрівається до температури плавлення і подається в зону друку. Головка переміщається по двох координатах, синтезуючи певний шар моделі. Потім платформа опускається, створюється новий шар і т. д.

Переваги технології: легкість перебудови з одного нетоксичного матеріалу на іншій, низькі витрати і досить висока продуктивність, малі температури переробки, а також мінімальне втручання оператора у функціонування обладнання, можливість створення кольорових моделей, відносно точний процес. Недоліки: між шарами утворюються шви; головка екструдера повинна постійно рухатися, інакше матеріал застигне і засмітить її; можливе розшарування у разі температурних коливань протягом циклу обробки; груба вихідна поверхня. Орієнтовна вартість FDM-принтера 50-220 тис. доларів США.

### 4. Струменева полімеризація (Polyjet and Ployjet Matrix)

Процес друку полягає в наступному. На площину побудови згідно з програмним алгоритмом наноситься рідкий фотополімер блоком друкуючих головок. Блок складається з 8 головок — це 768 сопел малого діаметра, що здатні продукувати близько 16 млн. крапель на хвилину. На друкуючій голівці розміщені дві ультрафіолетові (УФ) лампи, які замінюють лазер в SLA-установках. Після нанесення фотополімер полімеризується під дію УФ світла. Цим завершується побудова одного шару. Далі площину побудови зміщують на дуже малий рівень і головки створюють наступний шар.

У наш час існують дві платформи обладнання: Іден (англ. Eden) та Коннекс (англ. Connex). Іден підтримує технологію побудови моделей PolyJet, Коннекс — технологію PolyJet Matrix.

Переваги технології: мала товщина шару в 16 мікрон задовольняє навіть ювелірів, які мають підвищені вимоги до деталізації моделей. Як наслідок малої товщини — криволінійність поверхонь. Гладкість висока, роздільна здатність друку 600 x 600 крапок на дюйм. Точність виготовлення моделей до 0,1 мм. Можливість виготовляти вертикальні перегородки з товщиною до 0,4 мм. Хоча виробником заявляються 0,6 мм. Дуже висока швидкість виготовлення моделей. Недоліки: менш міцний матеріал.

3D-друк може здійснюватися різними способами і з використанням різних матеріалів, але в основі будь-якого з них лежить принцип пошарового створення (виращування) твердого об'єкта.

Застосовуються дві принципові технології:

#### 1. Лазерна:

- Лазерний друк — ультрафіолетовий лазер поступово, піксель за пікселем, засвічує рідкий фотополімер, або фотополімер засвічується ультрафіолетовою лампою через фотощаблон, мінливий з новим шаром. При цьому він твердне і перетворюється на досить міцний пластик.

- Лазерне спікання — при цьому лазер випалює в порошок з легкосплавного пластику, шар за шаром, контур майбутньої деталі. Після цього зайвий порошок струшується з готової деталі.
- Ламінування — деталь створюється з великої кількості шарів робочого матеріалу, які поступово накладаються один на одного і склеюються, при цьому лазер вирізає в кожному контур перерізу майбутньої деталі.
- 2. Струменева:
  - Застигання матеріалу при охолодженні — роздавальна голівка видавлює на охолоджувану платформу-основу краплі розігрітого термопластика. Краплі швидко застигають і злипаються один з одним, формуючи шари майбутнього об'єкта.
  - Полімеризація фотополімерного пластику під дією ультрафіолетової лампи — спосіб схожий на попередній, але пластик твердне під дією ультрафіолету.
  - Склеювання або спікання порошкоподібного матеріалу — те ж саме що і лазерне спікання, лише порошок склеюється клеєм, що надходить із спеціальної струменевої голівки. При цьому можна відтворити забарвлення деталі, використовуючи сполучні речовини різних кольорів.

## Список літератури

1. Вікіпедія [електронний ресурс] <https://uk.wikipedia.org/wiki/3D-принтер> (Дата звернення: 29.10.2017)
2. 3D-принтер в медицині [електронний ресурс] <http://www.eurolab.ua/transplantation/48493/> (Дата звернення: 29.10.2017)
3. Принтер 3D в Україні [електронний ресурс] <http://prusa.com.ua/> (Дата звернення: 29.10.2017)
4. Загальна інформація про 3D-принтер [електронний ресурс] <http://3dprinter.org.ua/> (Дата звернення: 29.10.2017)
5. Порівняльні характеристики 3D-принтерів [електронний ресурс] <http://big-3dprinter.com/> (Дата звернення: 29.10.2017)
6. Тривимірні принтери [електронний ресурс] <http://www.stratasys.com/ru/3d-принтеры/idea-series/mojo> (Дата звернення: 29.10.2017)

УДК: 631.3.05

*І.В. Оришеч, ст. гр. СІ-13*

*О. Е. Тесленко, асистент кафедри АВП*

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЗЕМЛЕРОБІТКУ. ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО.**

Не секрет, що над точним землеробством почали займатися наші вчені в 80-х роках, але на початку 90-х під час розвалу СРСР вчені припинили пошуки у цьому напрямку. Великі досягнення у впровадженні точного землеробства спостерігаються в таких країнах як: США - приблизно до 80%, в Німеччині - приблизно 35%, Франції - 15%, а також Данія, Голландія, Австрія, Росія, Казахстан, Китай і Індія. Українські аграрії поступово починають застосовувати технології точного землеробства. Це дозволяє підвищити врожайність, знизити витрати палива, насіння і добрив, боротися з крадіжками.

Точне землеробство - сукупність ресурсозберігаючих технологій, технічних засобів та інноваційна система прийняття рішень, спрямованих на управління параметрами родючості.

Точне землеробство може застосовуватися для поліпшення стану полів і агроменеджменту, у декількох напрямках: